

ex 8, 9, 11
22, 23, 24

1 Trouver les mots manquants

La ... est le changement de direction subi par un rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu transparent dans un autre.

Une lumière ... ne peut pas être décomposée par un prisme. Elle est caractérisée par sa ... dans le vide.

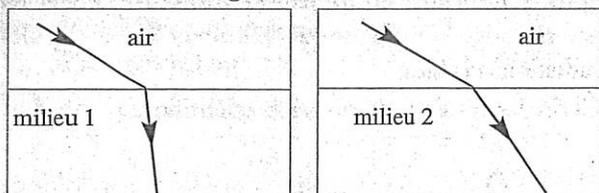
Les longueurs d'onde dans le vide des radiations visibles sont comprises entre 400 et 800 ... environ.

2 Vrai ou faux ?

- a. L'angle entre un rayon incident et la surface de séparation de deux milieux transparents est appelé angle d'incidence **V F**
- b. Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau (angle d'incidence i , angle de réfraction r). On appelle indice de réfraction de l'eau le rapport $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ **V F**
- c. La décomposition de la lumière par un prisme est un phénomène de diffusion **V F**

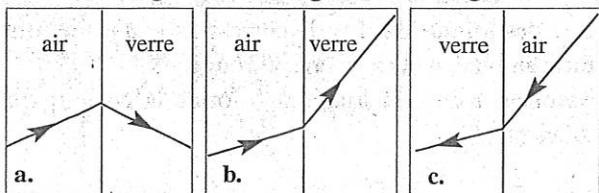
3 QCM

- a. Dans les cas de figure ci-dessous, l'indice :
- du milieu 1 est supérieur à celui du milieu 2 ;
 - du milieu 2 est supérieur à celui du milieu 1 ;
 - du milieu 1 est égal à celui du milieu 2.



b. Parmi les figures ci-dessous, lesquelles représentent une situation impossible ?

- fig. a ; fig. b ; fig. c.



4 Apprendre à rédiger

Décrire en quelques phrases l'expérience présentée figure 7 page 51 en utilisant les mots : incident, dispersion, lumière blanche, lumière colorée, prisme.

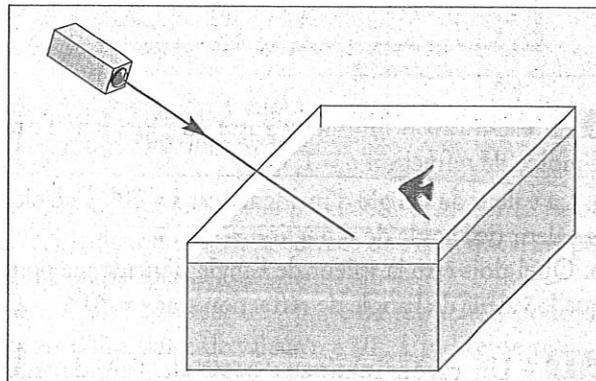
5 Savoir-faire expérimental

À l'aide d'un objet de la vie quotidienne, réaliser la décomposition de la lumière blanche.

Réfraction

6 ♦ Un rayon lumineux subit une réfraction à la surface de séparation entre l'air et l'eau (indice de l'eau : 1,33). Il passe de l'air dans l'eau et l'angle d'incidence est égal à 60° . Calculer la valeur de l'angle de réfraction.

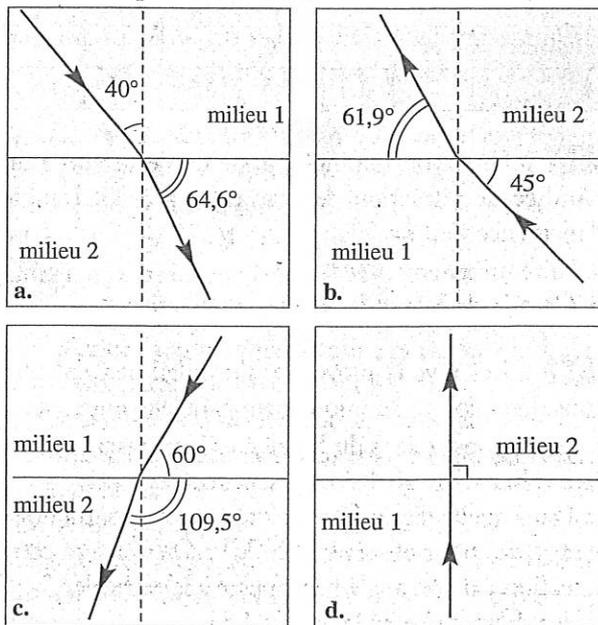
7 ♦ Un poisson nage dans un aquarium. On envoie un faisceau laser sur la surface libre de l'eau comme le montre la figure ci-dessous.



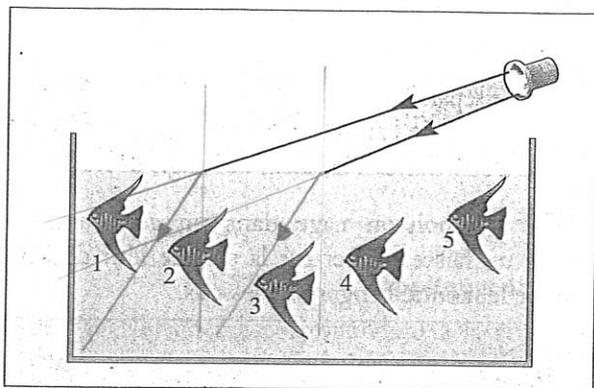
- a. Le faisceau pénètre-t-il dans l'eau ?
- b. Dans quel plan le poisson doit-il se déplacer pour être en mesure de recevoir la lumière ? Justifier.

8 ♦ Sur les figures suivantes, le milieu 1 est l'air, le milieu 2 est un autre milieu transparent.

Déterminer, dans chaque cas, la valeur de l'angle d'incidence i et celle de l'angle de réfraction r du rayon lumineux représenté.



9 ♦ On éclaire un aquarium avec un spot lumineux. Le phénomène de dispersion est négligeable. Un seul des poissons est éclairé. Lequel ?



10 ♦ Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau d'indice de réfraction $n = 1,33$.

- La valeur de l'angle d'incidence est $i = 70^\circ$. Calculer la valeur de l'angle de réfraction r .
- Quel doit être la valeur de l'angle d'incidence pour que la valeur de l'angle de réfraction soit $r = 30^\circ$?

11 ♦ Un rayon lumineux passe de l'air dans la glycérine. L'angle d'incidence vaut 30° et l'angle de réfraction 20° .

Calculer l'indice de réfraction de la glycérine.

12 ♦ Un rayon lumineux passe de l'air dans un milieu transparent d'indice de réfraction n . L'angle d'incidence est i et l'angle de réfraction r .

Compléter le tableau suivant :

i (degrés)	30	60		90	0	
r (degrés)	17		20			60
n		1,4	2,4	1,3	1,5	1,5

13 ♦ Un rayon lumineux passe de l'eau dans l'air. L'indice de réfraction de l'eau est $n = 1,33$. L'angle d'incidence vaut $i = 30^\circ$.

- Faire un schéma.
- Calculer la valeur de l'angle de réfraction.

14 ♦ Les rayons provenant du Soleil peuvent être considérés comme pratiquement parallèles entre eux.

- Les rayons rouges du Soleil couchant rasant la surface calme d'un lac. Faire un schéma.
- Dans quelle direction un plongeur sous-marin doit-il regarder pour observer le Soleil ? On définira cette direction par son angle par rapport à la verticale.
Indice de réfraction de l'eau : $n = 1,33$.

15 ♦♦ On réalise une série de mesures à l'aide du dispositif de la figure 4 page 49. Le demi-disque est remplacé par une cuve remplie d'eau salée.

Les résultats des mesures sont regroupés dans le tableau suivant où i et r désignent respectivement les angles d'incidence et de réfraction.

i	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
r	0°	8°	13°	22°	26°	34°	37°	42°	45°
$\sin i$	0	0,17	0,34	0,50	0,64	0,77	0,87	0,94	0,98
$\sin r$	0	0,14	0,22	0,37	0,44	0,56	0,60	0,67	0,71

- Indiquer sur un schéma ce que représentent les angles i et r .
- Tracer un graphique en portant en abscisses les valeurs de $\sin r$ et en ordonnées les valeurs de $\sin i$.
- Pourquoi n'a-t-on pas tracé un graphique représentant en abscisses la valeur de l'angle r et en ordonnées la valeur de l'angle i ?
- Déterminer graphiquement l'indice de réfraction n du liquide contenu dans la cuve.

Décomposition de la lumière

16 ♦ Exprimer en m, μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$) et en nm les longueurs d'onde qui délimitent le domaine des radiations visibles.

Écrire les résultats en notation scientifique.

17 ♦ On donne ci-dessous les longueurs d'onde dans le vide de trois radiations lumineuses :

λ (nm)	656	583	486
----------------	-----	-----	-----

Une des longueurs d'onde correspond au jaune, une autre au bleu, une troisième au rouge.

Associer à chaque longueur d'onde la couleur qui convient.

18 ♦♦ Un filtre lumineux transmet les radiations dont la longueur d'onde, dans le vide, est comprise entre 500 nm et 600 nm. Il arrête complètement les autres radiations.

- En se reportant à la figure 10 page 52, déterminer approximativement les couleurs des radiations transmises par le filtre.
- Quelle est la couleur de la lumière obtenue lorsqu'on envoie de la lumière blanche sur le filtre ?

JE PRATIQUE UNE DÉMARCHÉ SCIENTIFIQUE

19 ♦♦♦ On fait arriver un mince faisceau de lumière jaune sur la face plane d'un demi-cylindre de Plexiglas sous l'incidence $i = 75^\circ$ (voir figure 4 page 49).

- Calculer l'angle de réfraction sachant que l'indice du Plexiglas pour les radiations jaunes est $n_j = 1,485$.
- Tracer la marche du faisceau à travers le demi-cylindre.
- On fait maintenant arriver sur le demi-cylindre, dans les mêmes conditions ($i = 75^\circ$), un faisceau de lumière blanche. On donne l'indice du Plexiglas pour les radiations rouges et bleues : $n_R = 1,470$ et $n_B = 1,500$. Tracer sur le dessin précédent la marche des faisceaux rouge et bleu. Le demi-cylindre provoque-t-il la dispersion de la lumière blanche ?

20 Exercice de correction

Lire l'énoncé, puis la solution annotée d'un élève. Rédiger une correction détaillée de l'exercice.

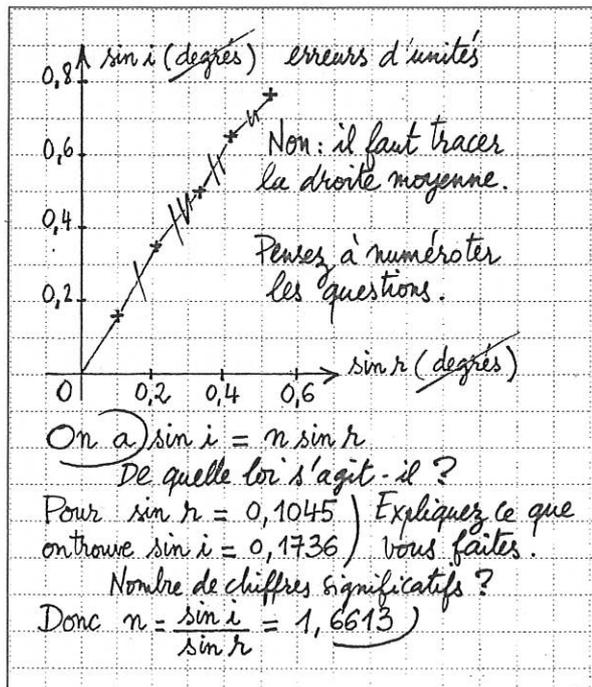
Énoncé

Un rayon lumineux passe de l'air dans un milieu transparent d'indice n . On réalise une série de mesures dont les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

angle d'incidence i (degrés)	0	10	20	30	40	50
angle de réfraction r (degrés)	0	6	13	19	25	31

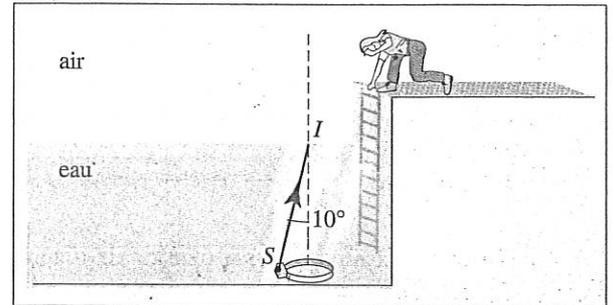
- Tracer la courbe donnant $\sin r$ en fonction de $\sin i$.
- Déterminer graphiquement l'indice de réfraction n du milieu transparent.

Solution annotée d'un élève



21 ♦♦♦ Marie cherche des yeux la bague, assimilée au point S , qu'elle a laissé tomber dans la piscine.

La source lumineuse est la bague qui envoie des rayons lumineux dans toutes les directions de l'espace.



- Reproduire le schéma précédent et tracer le rayon SH , incident en H sur la surface de l'eau, qui n'est pas dévié en passant de l'eau dans l'air.
- Calculer la valeur de l'angle de réfraction pour un angle d'incidence de valeur $i = 10^\circ$. L'indice de réfraction de l'eau vaut $n = 1,33$.
- Compléter le schéma en représentant le rayon réfracté au point I . (On ne représentera pas les angles à leurs vraies valeurs, mais on respectera le sens dans lequel la lumière est déviée.)
- Les rayons SI et SH délimitent un faisceau lumineux incident. Colorier le faisceau lumineux qui en est issu après traversée de la surface de l'eau.
- Pour Marie, ce faisceau semble provenir du point S' , à l'intersection des prolongements des rayons réfractés. Elle ne voit donc pas sa bague là où elle est vraiment. La voit-elle plus près ou plus loin d'elle qu'en réalité ?

22 ♦♦♦ Un arbuste est planté au bord d'une rivière. Sa cime est à une hauteur de 2,0 m au-dessus de la surface de l'eau. La profondeur de la rivière est de 1,0 m. Les rayons du Soleil, pratiquement parallèles entre eux, font un angle de 45° avec la verticale. On ne tient pas compte de la dispersion.

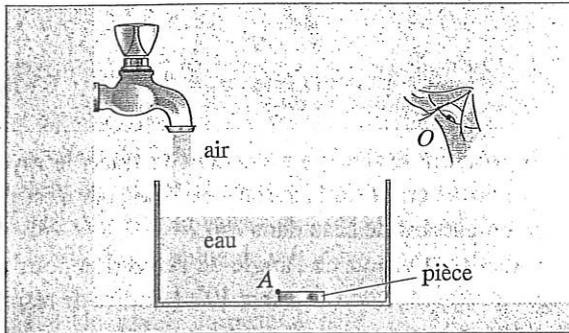
- Calculer l'angle de réfraction des rayons du Soleil dans l'eau (indice de l'eau : $n = 1,33$).
- Sur une figure à échelle 1/20, représenter l'arbuste et son ombre à la surface de l'eau et au fond de la rivière.
- Un petit poisson doit rester dans l'ombre pour ne pas être dévoré par une carpe. En réalisant des mesures sur la figure précédente, dire jusqu'à quelle distance de l'arbuste il peut s'aventurer s'il nage près de la surface.
- Même question s'il nage au fond de la rivière.

EXERCICE A CARACTÈRE EXPÉRIMENTAL

23 ♦♦ a. Réaliser l'expérience suivante.

On met une pièce de monnaie au fond d'un récipient à parois opaques. On s'éloigne jusqu'à ce que la pièce soit juste cachée par la paroi et on ne change plus de position. On commence ensuite à faire couler lentement de l'eau dans le récipient ; pendant que le récipient se remplit, on voit la pièce réapparaître.

b. Interpréter cette expérience. Pour cela, représenter le trajet d'un rayon provenant du point *A* situé sur le bord le plus éloigné de la pièce et atteignant le point *O*, sur la pupille de l'œil.



Dispersion de la lumière

24 ♦♦ L'indice de réfraction n_B du verre pour une lumière bleue est supérieur à l'indice de réfraction n_R pour une lumière rouge.

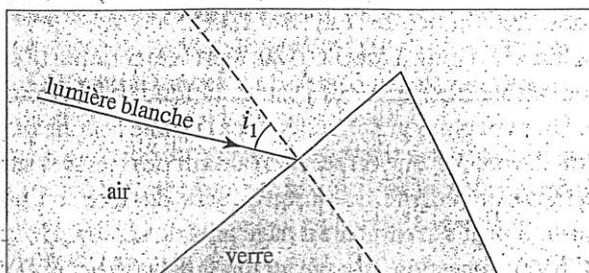
Un rayon de lumière blanche arrive sur la surface de séparation air-verre d'un prisme, l'incidence étant i_1 .

a. Comparer, sans les calculer, les valeurs des angles de réfraction r_B et r_R correspondant aux deux indices.

b. Reproduire le schéma ci-dessous et représenter approximativement les deux rayons réfractés.

c. Après avoir subi une réfraction sur la première face du prisme, la lumière parvient sur la deuxième face où elle subit une deuxième réfraction.

Appliquer la même méthode pour construire les rayons qui émergent du prisme. Conclure.



25 ♦♦ a. Un faisceau très fin de lumière rouge atteint la surface de l'eau d'un bassin avec un angle d'incidence de valeur $i = 85^\circ$. L'indice de réfraction de l'eau pour cette lumière est 1,330.

Calculer la valeur de l'angle de réfraction correspondant à cet angle d'incidence.

b. Même question pour un faisceau très fin de lumière violette pour laquelle l'indice de réfraction de l'eau est 1,342.

c. Représenter le trajet de la lumière dans le cas où le faisceau incident a une couleur pourpre constituée d'un mélange des deux lumières rouge et violette des questions précédentes.

Que verrait-on alors sur le fond du bassin ?

d. Même question pour un faisceau incident de lumière blanche.

26 ♦♦ Les feuilles d'un arbre laissent passer un faisceau de rayons solaires venant éclairer le fond d'une rivière tapissé de cailloux blancs.

On considérera que les rayons provenant du Soleil sont parallèles entre eux.

L'indice de réfraction de l'eau est plus grand pour les radiations bleues que pour les radiations rouges.

a. Représenter qualitativement, sur un même schéma, le faisceau produit par les radiations bleues et celui produit par les radiations rouges.

b. La tache lumineuse produite au fond de la rivière est presque entièrement blanche, mais bordée de bleu d'un côté et de rouge d'un autre côté.

Expliquer ce phénomène et faire un dessin en précisant de quel côté, par rapport au Soleil, sont situés le bord bleu et le bord rouge.

L'ÉNIGME DU CHAPITRE

Lorsqu'on trempe un agitateur en verre dans un tube à essais contenant de l'eau, l'agitateur est bien visible. Lorsqu'on trempe le même agitateur dans du toluène (liquide incolore), l'agitateur devient invisible ! Le verre n'est pas soluble dans le toluène. Comment peut-on alors expliquer ce phénomène ?

13 ★ **Rétroviseur**

La figure ci-contre représente une voiture, munie de deux rétroviseurs extérieurs, et son conducteur C.



a. Schématiser la figure et construire les champs des deux rétroviseurs pour le conducteur.

b. Rechercher la définition de la locution « angle mort ». En supposant que le conducteur voit tous les véhicules se trouvant devant lui, représenter les éventuels angles morts pour le conducteur dans cette situation.

14 ★★ **Miroir de salle de bains**

Emma se regarde dans le miroir de sa salle de bains.

a. Elle souhaite contrôler sa tenue vestimentaire. Si elle se trouve dans la situation de la figure ci-contre, pourra-t-elle se voir intégralement sans se déplacer ?

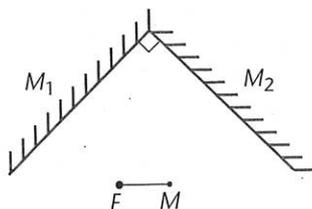
b. Existe-t-il une distance la séparant de ce miroir pour laquelle elle pourra se voir en entier ?

**Exercices de synthèse****15** ★ **Miroir simple et miroir double**

Félix, droitier, se brosse les dents en se regardant dans un miroir plan. La figure représente le miroir, Félix (F), son bras et sa main droite (D).



- De quelle main l'image semble-t-elle tenir la brosse à dent ? Justifier la réponse à l'aide d'une construction graphique.
- Félix s'observe maintenant dans un système de deux miroirs plans M_1 et M_2 perpendiculaires.



- Construire l'image $F'M'$ de FM dans le miroir M_1 puis l'image $F''M''$ de $F'M'$ dans le miroir M_2 .
- De quelle main l'image finale $F''M''$ de Félix dans le système de miroirs semble-t-elle tenir sa brosse à dent ?

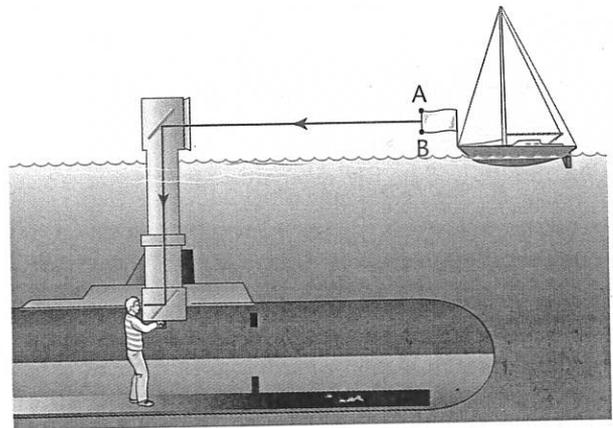
16 ★ **Chiralité**

La chiralité (du grec, *kheir* : la main) est la propriété d'un objet à ne pas être superposable à son image dans un miroir plan.

- Quelle est l'image d'une main gauche dans un miroir ?
- En déduire qu'une main est chirale.
- Parmi les exemples suivants, citer ceux qui sont chiraux.
 - Une sphère.
 - Un dé.
 - Une molécule de méthane.
 - Une molécule de butan-2-ol.

17 ★ **Périscope**

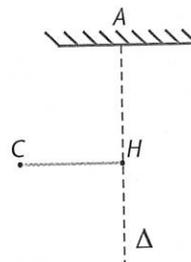
Les périscope, utilisés notamment dans les sous-marins, permettent à un observateur de voir par-dessus un obstacle. On peut les schématiser par deux miroirs parallèles disposés comme sur la figure ci-dessous.



- Reproduire en coupe le schéma simplifié du périscope et y faire figurer un rayon quelconque réfléchi sur les deux miroirs.
- À l'aide de ce schéma, construire l'image du segment AB vertical. Cette image est-elle droite ou renversée ?

18 ★ **Rétroviseur intérieur**

On représente un rétroviseur intérieur de voiture par un miroir plan rectangulaire de largeur $L = 20$ cm et centré en A . Le conducteur, placé en C regarde dans le miroir au point A comme dans le schéma (vu de dessus) ci-dessous.



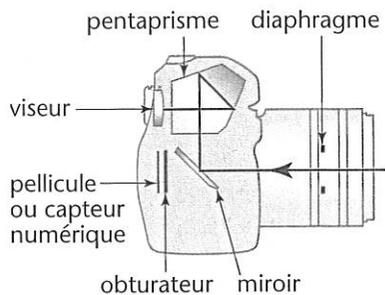
De quel angle doit-on faire pivoter le miroir pour que le conducteur, en regardant vers A , « vise » dans l'axe Δ de la voiture (direction AH) ?

Données : $AH = 40$ cm, $CH = 30$ cm.

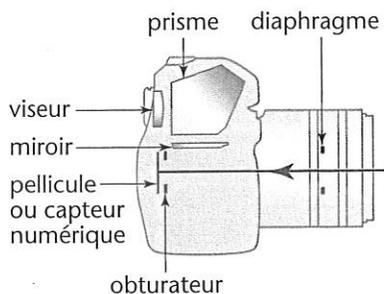
19 ★★ **Appareil photo de type « reflex »**

Dans les appareils de type « reflex », l'image qu'observe le photographe dans le viseur est exactement celle qui sera enregistrée sur le capteur (film ou capteur numérique).

un miroir mobile se charge de dévier la lumière vers le système optique qui l'achemine jusqu'à l'œil lors de la prise de vue.



lors de la prise de vue, ce miroir se soulève le temps d'enregistrement sur le capteur puis reprend sa position initiale.



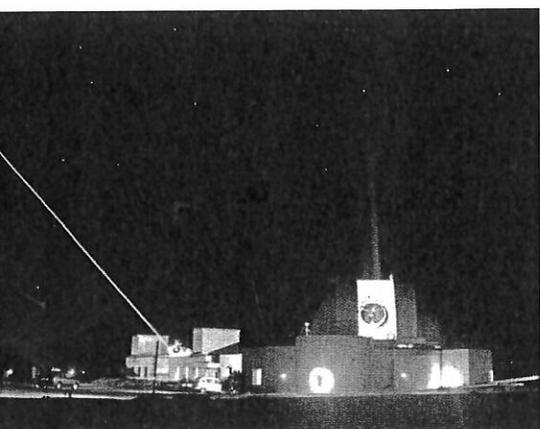
en supposant que l'objectif est constitué d'une seule lentille convergente, l'image formée sur le capteur est-elle droite ou inversée ?

Pourquoi le pentaprisme ne peut-il pas être remplacé par un simple miroir ?

Peut-être alors le rôle du miroir et du système optique (pentaprisme) si le photographe veut observer une image droite ?

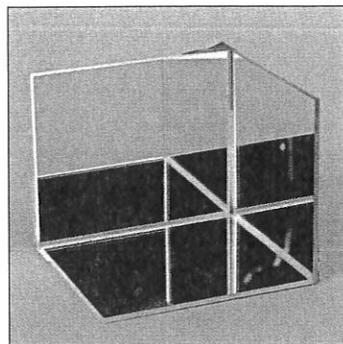
★ Miroir « coin de cube »

Pour la mesure de la distance Terre-Lune peut être mesurée au centimètre près grâce à la technique de l'écho laser envoyée par exemple à l'Observatoire de Côte d'Azur.



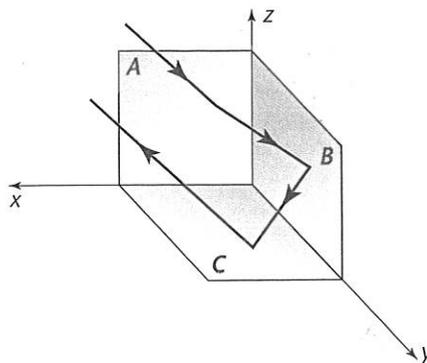
Ceci permet au capteur de l'OCA de réceptionner le signal lumineux et, par mesure de la durée du trajet de la lumière, d'en déduire la distance Terre-Lune.

Le système réflecteur est composé de plusieurs éléments comprenant chacun trois miroirs dits « en coin de cube » (*photo ci-contre*).



Les trois miroirs (notés A , B et C sur le schéma ci-dessous) de chaque élément sont perpendiculaires entre eux.

On veut démontrer que tout rayon incident sur un des miroirs repart dans la même direction après réflexion sur les deux autres. Pour cela, on a représenté ci-dessous un rayon (rouge) d'incidence i arrivant, par exemple, sur le miroir A .



1. Étude préliminaire

Montrer que les deux vecteurs $\vec{u}(x, y, z)$ et $\vec{u}'(-x, -y, -z)$ sont colinéaires et de sens opposés.

2. Réflexions sur le système « coin de cube »

Orientons l'espace à l'aide du repère $(O; x, y, z)$ tel que les miroirs A , B et C soient respectivement dans les plans (xOz) , (yOz) et (xOy) (voir figure ci-dessus).

Représentons chaque rayon lumineux par un vecteur orienté dans la direction et le sens de la lumière. Ainsi, le rayon incident sur le miroir A est noté $\vec{u}_1(x_1, y_1, z_1)$.

a. Montrer qu'après réflexion sur le miroir A , le rayon lumineux est porté par le vecteur \vec{u}_2 de coordonnées :

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \\ y_2 = -y_1 \\ z_2 = z_1 \end{cases}$$

b. Même question pour les rayons réfléchis respectivement dans B et C et portés par les vecteurs :

$$\vec{u}_3 \begin{pmatrix} x_3 = -x_2 \\ y_3 = y_2 \\ z_3 = z_2 \end{pmatrix} \text{ et } \vec{u}_4 \begin{pmatrix} x_4 = x_3 \\ y_4 = y_3 \\ z_4 = -z_3 \end{pmatrix}$$

c. Exprimer les coordonnées du vecteur \vec{u}_4 en fonction de

Chap. 02 Réflexion, réfraction

Réfraction

Ex. 8

- a. $i = 40^\circ$ b. $i = 45^\circ$ c. $i = 30^\circ$ d. $i = 0^\circ$
 $r = 25,4^\circ$ $r = 28,1^\circ$ $r = 19,5^\circ$ $r = 0^\circ$

Ex. 9

$n_2 > n_1$ donc $i_2 < i_1$
 Comme 1 seul poisson est éclairé \rightarrow 2.

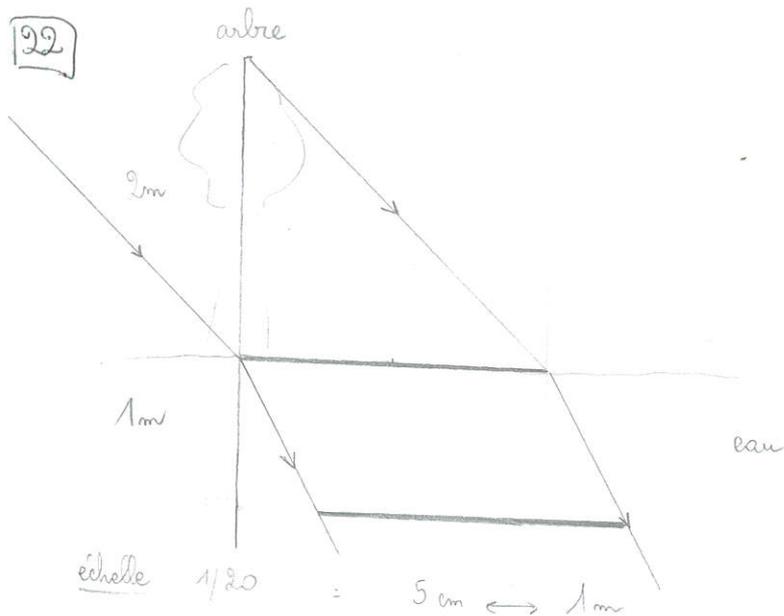
11

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$n_2 = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

$$n_2 = 1,46$$

22

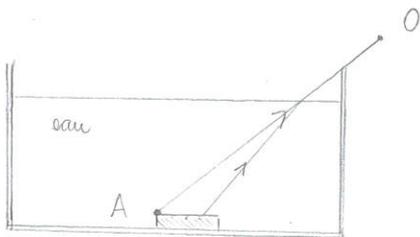


a. $\sin i_1 = n_{\text{eau}} \sin i_2$
 $i_2 = 32^\circ$

c. près de la surface =
 $d_{\text{max}} = 2 \text{ m}$

d. au fond de la rivière
 $d_{\text{max}} = 2,6 \text{ m}$
 $d_{\text{min}} = 0,6 \text{ m}$

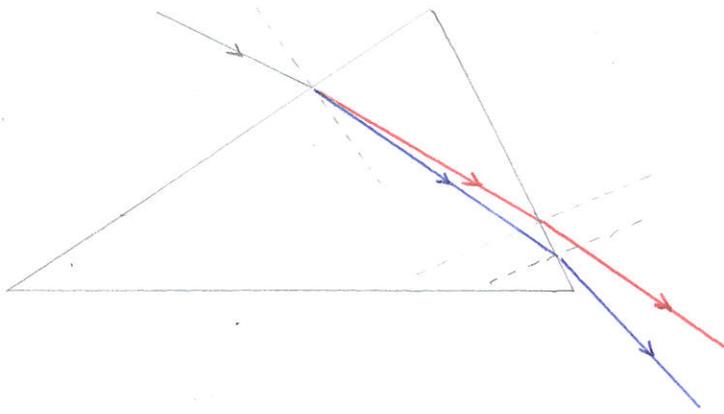
23



$n_1 = n_{\text{eau}} > n_{\text{air}} = n_2$
 donc $i_1 < i_2$

24

a. $n_B > n_R$ $\sin i_1 = n \sin i_2$
 donc $r_B < r_R$

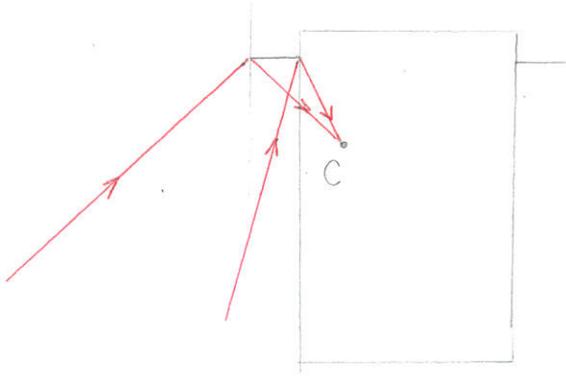


$$n \sin i = \sin r'$$

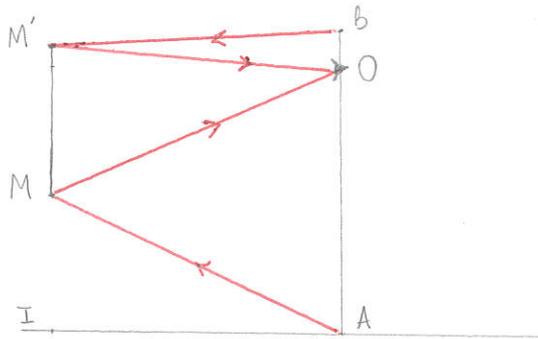
donc $n'_B > n'_R$
et $r'_B > i$

Réflexion

13



14



$AB = 1,8 \text{ m}$
 $AO = 1,7 \text{ m}$

- a. non, elle ne verra pas ses pieds
- b. non, la distance au miroir ne change rien.

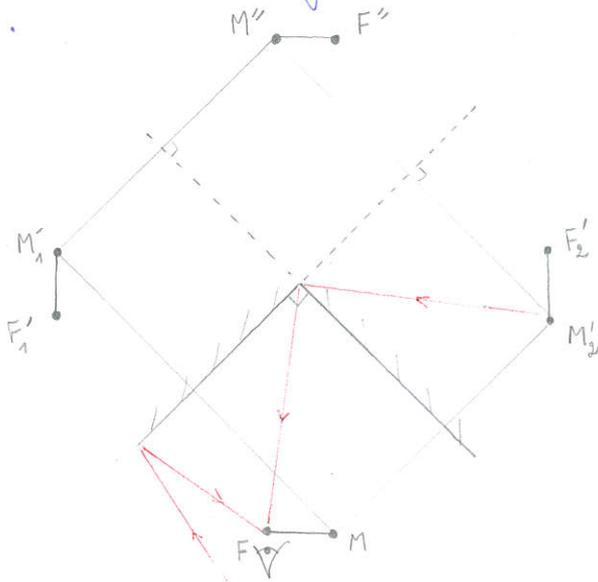
$IM = \frac{AO}{2} \quad IM = 0,85 \text{ m}$

$IM' = AB - \frac{OB}{2} \quad IM' = 1,75 \text{ m}$

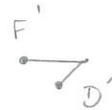
$\rightarrow MM' = AB - \frac{OB}{2} - \frac{OA}{2} = \frac{AB}{2}$

$MM' = 90 \text{ cm}$

- 15
1. de la main gauche
 - 2.

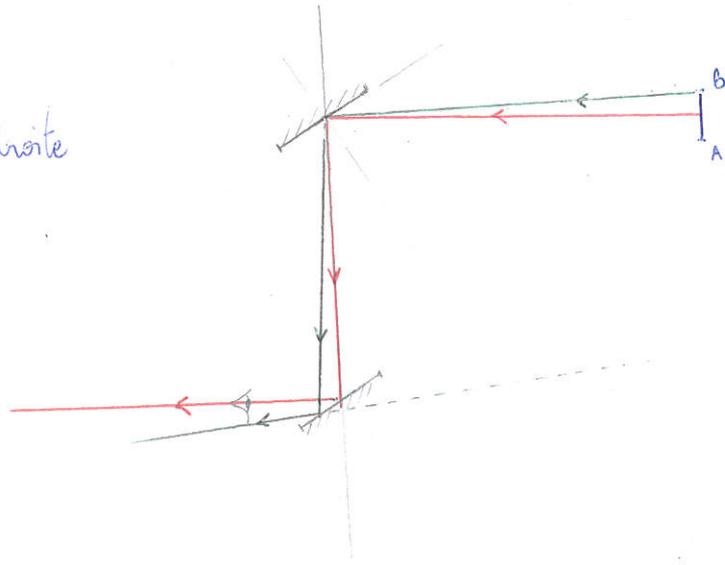


de la main droite

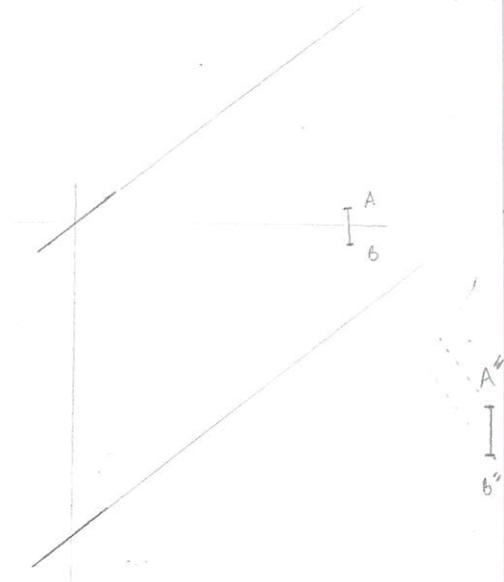


17

image droite



$b' \leftarrow A'$



19

- a. Sur le capteur, l'image est renversée par l'objectif.
- b. Si le pentaprisme est remplacé par un miroir, l'image par les 2 miroirs ne sera pas renversée donc ne compensera pas le renversement par la lentille convergente (cf télescope).
- c. L'image doit être renversée.